



# 氮肥深施对免耕稻田土壤甲烷排放及相关微生物活性、多样性的影响

汇 报 人：马章竞

指导老师：曹凑贵 教授

汪金平 副教授

汇报时间：2017-06-10

# 报告内容

- 1.问题提出
- 2.试验设计
- 3.测定指标
- 4.试验结果
- 5.试验结论
- 6.致谢



# 问题提出

## 研究背景及进展

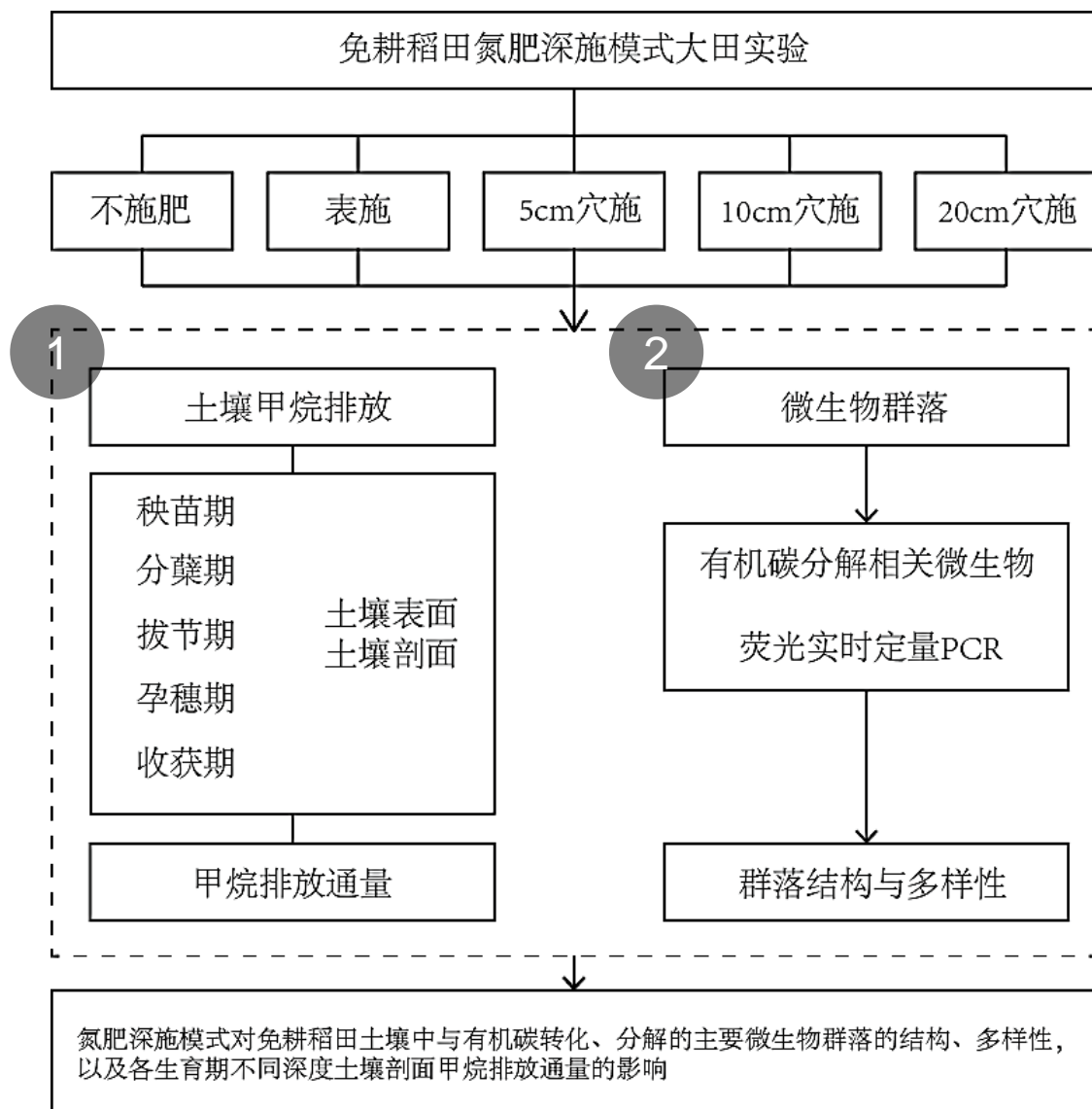
- 甲烷是一种重要的温室气体，以100年为时间尺度， $\text{CH}_4$ 的增温效应是 $\text{CO}_2$ 的25倍（IPCC, 2014）。稻田被认为是 $\text{CH}_4$ 主要的人工排放源。
- 施肥既是保证作物高产的基础，又是影响稻田温室气体排放的重要田间管理措施（吕琴等，2004）。目前关于氮肥对稻田 $\text{CH}_4$ 排放影响的研究较多集中在单一的施氮量或施氮类型，有关免耕条件下氮肥对 $\text{CH}_4$ 排放调节机制的研究甚少。
- 研究表明，施肥方式的改变将影响土壤甲烷相关微生物的活性和多样性，并且其会对甲烷气体的排放造成影响。目前关于土壤甲烷排放的内在机制研究较少，通过对产甲烷菌和甲烷氧化菌在不同施肥处理、不同免耕水稻生育期的丰度变化进行分析，可较为明了的掌握施肥对甲烷排放的内在机制。

# 问题提出

研究目的、内容及意义

## 研究意义

本研究拟解决氮肥深施的不同水平对免耕稻田土壤涉及有机碳分解相关微生物群落结构与多样性的影响以及对土壤表面和剖面各生育期甲烷排放通量的影响机制。



技术路线图

# 试验设计

试验地点：湖北省武穴市花桥镇（东经 $115^{\circ} 33'$ ，北纬 $29^{\circ} 51'$ ）

试验日期：2016年中旬（暑期专业实习时期）

土壤类型：砂壤土

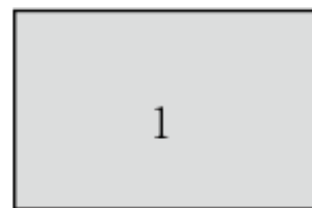
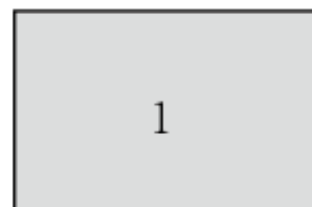
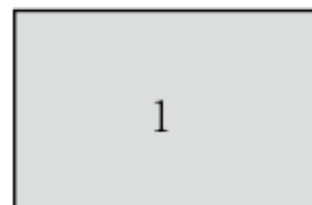
供试水稻：两优培九（*Oryza Sativa* L.），直播。

施肥情况：180 kg N /hm<sup>2</sup>、90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ hm<sup>2</sup>、180 kg K<sub>2</sub>O/ hm<sup>2</sup>，在分蘖期、拔节期、抽穗期追三次肥。基肥为复合肥，其他时期追用尿素，各时期施肥比例5:2:1.2:1.8。磷素作为基肥一次性施用；钾肥一般不在基肥期施用，一般在拔节期施用。只有基肥进行深施，追肥均进行地表洒施。

# 试验设计

## Planting arrangements

		2
	2	3
2	3	4
3	4	5
4	5	
5		



1 不施肥

2 免耕+表施

3 免耕+ 5cm施肥

4 免耕+ 10cm施肥

5 免耕+ 20cm施肥

1 Not fertilize(CK)

2 No tillage + soil surface fertilization(S)

3 No tillage + soil 5cm depth fertilization(5D)

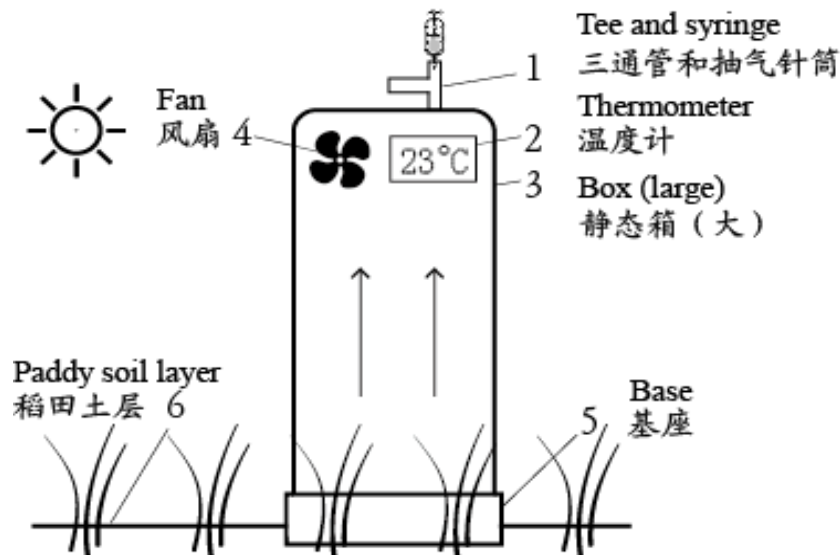
4 No tillage + soil 10cm depth fertilization(10D)

5 No tillage + soil 20cm depth fertilization(20D)

# 测定指标

甲烷浓度的采样

产甲烷菌和甲烷氧化菌丰度的测量



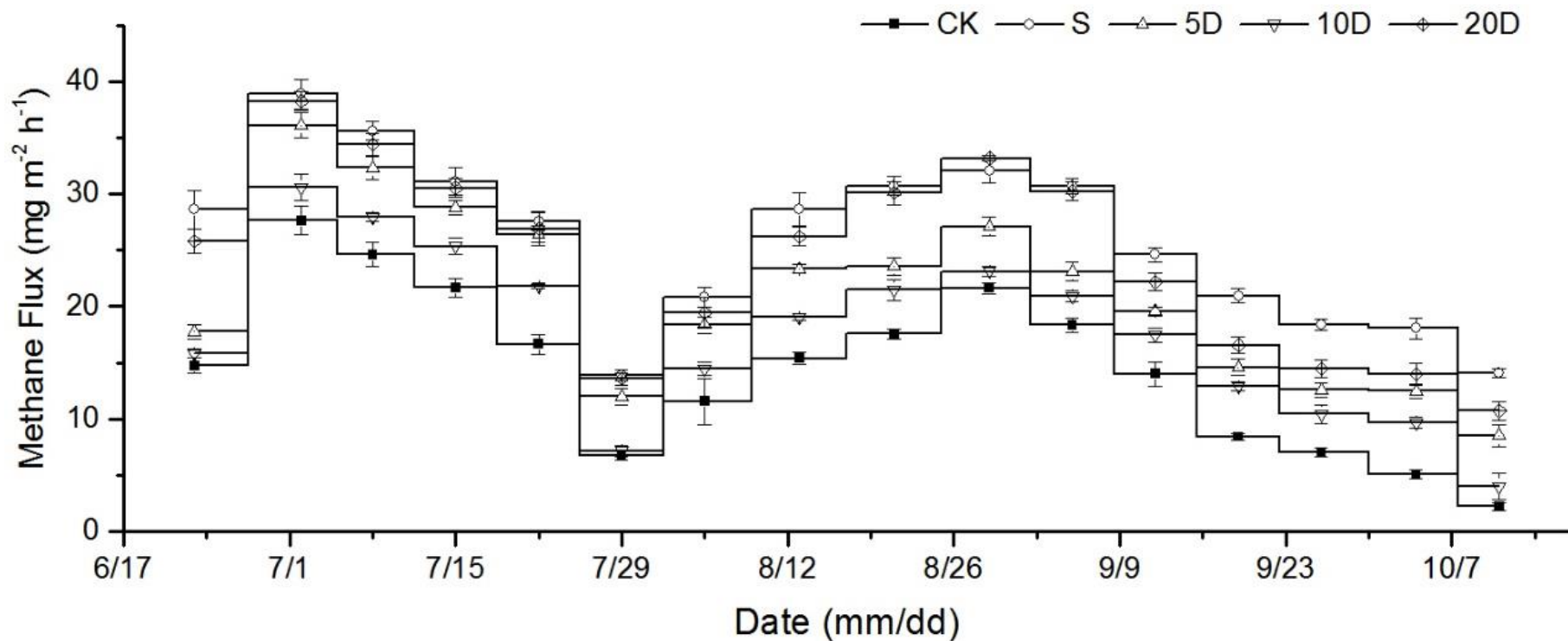
稻田土壤甲烷气体采样示意图

土壤甲烷排放通量的测定于2016年下半年6月至10月在水稻的整个生育期分16次测量，每次测量取三个样本，在各生育期（秧苗期、分蘖期、拔节期、孕穗期、收获期）以静态箱室法测定土壤表面和剖面的甲烷排放通量。气体浓度采用气相色谱仪测定，用火焰离子化检测器进行检测。

采集本底土和水稻收获后的0-5cm、5-10cm、10-20cm三个深度的土壤样品，利用*mcrA*基因以及*pmoA*基因的特性，使用qPCR的方法对产甲烷菌和甲烷氧化菌进行丰度的定量分析，进行微生物群落的结构和多样性测量。

# 试验结果

## 免耕稻田甲烷排放通量



## 水稻生育期稻田土壤甲烷排放通量

不施肥 (CK)，表施 (S)，5cm氮肥深施 (5D)，10cm氮肥深施 (10D)，20cm氮肥深施 (20D)

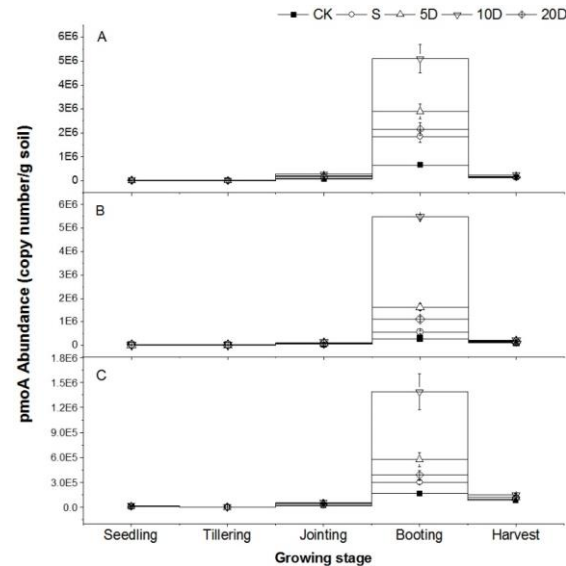
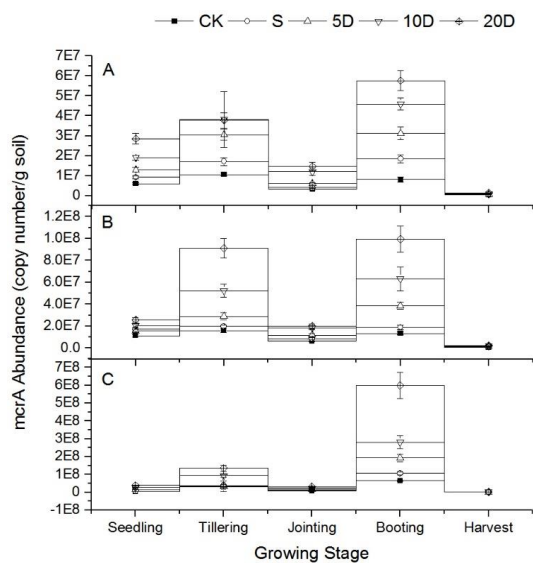
施肥是导致甲烷吸收、排放的重要影响因素 ( $p < 0.01$ )，氮肥的施用提高了甲烷的排放通量，其中以分蘖期、孕穗期表现最为突出。

氮肥深施这一施肥措施可以有效的减缓因为肥料使用导致的甲烷排放，10cm深处进行氮肥深施的成效最为明显，其甲烷排放相比于表施组降低了32.05%。



# 试验结果

## 产甲烷菌和甲烷氧化菌丰度



产甲烷菌*mcrA*和甲烷氧化菌*pmoA*丰度图

1) A部分: 0-5cm土层取样数据, B部分: 5-10cm土层取样数据, C部分: 10-20cm土层取样数据;

2) 不施肥 (CK), 表施 (S), 5cm氮肥深施 (5D), 10cm氮肥深施 (10D), 20cm氮肥深施 (20D)

水稻土壤中的产甲烷菌、甲烷氧化菌丰度变化和氮肥施用、施肥水平有关。

### 产甲烷菌 *mcrA*

20cm处氮肥深施产甲烷菌丰度 > 10cm处氮肥深施 > 5cm处氮肥深施 > 表施氮肥

### 甲烷氧化菌 *pmoA*

10cm处施肥甲烷氧化菌丰度 > 5cm处施肥 > 20cm处施肥 > 表面施肥 > 不施肥

总结来看, 在免耕稻田中, 采用氮肥深施的模式中, **10cm**深度最佳, 虽然其提高了产甲烷菌的丰度, 促进了甲烷的产生, 但其在土壤微生物中的作用亦提高了甲烷氧化菌的丰度, 并且相比较于前者程度更大, 它是通过控制甲烷在土壤中的消耗来降低甲烷排放的。

# 结论

研究对于不施肥、表面施肥、氮肥深施多种水平这三个不同条件下的甲烷排放趋势进行对比分析可得，施肥显著影响土壤甲烷的排放通量，氮肥深施的耕作方式对肥料影响甲烷的内部机制有一定的改善作用。相比于不施肥的对照组，表面施肥提高了77%的甲烷排放，而10cm处的氮肥深施相比表面施肥可减小32%的甲烷排放，相比于不施肥而言，其甲烷排放的提高也仅有21%。

10cm处的氮肥深施水平虽然在拔节期有一个较为高的产甲烷菌丰度的促进效应，促进了甲烷排放的第一个高峰，但是水稻生育后期，其较为有效的影响了甲烷氧化菌的水平，有效的促进了甲烷在土壤中的氧化消耗，结合之前的甲烷排放通量可知，10cm处氮肥深施水平总体的甲烷排放较低，因此是一个较为理想的施肥水平，可以在保持水稻产量指标的情况下减小甲烷排放水平，促进农业生态健康发展。

# 致谢

感谢曹凑贵教授为本研究提供了良好的科研环境

感谢汪金平副教授对本研究的悉心指导

感谢樊代佳博士对于本项研究的设计、数据采集、分析做出的贡献

感谢武穴市农业局、现代农业展示中心的各位老师对本项研究的帮助

敬请各位老师批评指正！